

Acidez dos solos e deficiência em cálcio*

por

J. QUELHAS DOS SANTOS

Prof. Agregado do Instituto Superior de Agronomia

1. INTRODUÇÃO

O facto há já muito conhecido de a grande maioria das plantas não se desenvolverem em boas condições quando vegetam em solos muito ácidos, tem conduzido ao aparecimento de diversas tentativas para explicar os fenómenos que, em tais situações, seriam responsáveis pela perturbação das normais relações solo-planta.

Dado que os baixos valores do pH pressupõem a existência no solo de elevada actividade hidrogeniética, admitiu-se a princípio que o deficiente desenvolvimento das plantas em solos ácidos estava associado a um simples fenómeno de toxicidade do próprio hidrogenião. Verificou-se porém, mais tarde, com os resultados de ensaios efectuados, entre outros, por ARNON e JOHNSON (1) e ASLANDER (2) que podia obter-se um regular desenvolvimento vegetativo com valores de pH muito baixos, inferiores mesmo aos que se encontram nos solos muito ácidos.

Deixou então de se considerar o hidrogenião, pelo menos, como o único ou mesmo o principal responsável pela baixa produtividade dos solos ácidos. A melhoria das produções que se obtinha quando se aplicavam aos solos ácidos correctivos cálcicos alcalinizantes não

(*) Trabalho efectuado no quadro de estudos sobre fertilizantes, subsidiados pela Comissão Reguladora dos Produtos Químicos e Farmacêuticos. O autor agradece ao Presidente deste Organismo de Coordenação Económica o apoio material que lhe foi dispensado na realização deste estudo.

teria então qualquer relação com a diminuição da actividade hidrogeniônica pela correcção da acidez e pensou-se que tal melhoria devia atribuir-se à acção nutriente do cálcio. Surge assim a teoria segundo a qual os efeitos nocivos da acidez do solo sobre a vegetação estariam associados apenas à deficiência de cálcio.

Sendo assim, seria naturalmente indiferente para as plantas a combinação química do cálcio que se applicasse no solo ácido contanto que este nutriente pudesse ser assimilado em quantidade suficiente. Embora alguns ensaios tivessem já mostrado que tal suposição não era válida (3, 4), considerou-se de interesse efectuar a experimentação que este trabalho relata e cujo objectivo foi observar, em solos ácidos, a influência do cálcio aplicado nas formas de calcário, acetato de cálcio e gesso em duas culturas, uma considerada muito sensível à acidez — o bersim — e outra menos sensível — o trigo.

2. DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

Os ensaios foram efectuados em vasos, no Horto de Química Agrícola do Instituto Superior de Agronomia.

Utilizaram-se, para cada uma das culturas, camadas superficiais de três solos incluídos nas Famílias Pg (solos Litólicos Não Húmicos de granitos), Px (Solos Mediterrâneos Pardos de xistos ou grauvaques) e Vt (Solos Litólicos Não Húmicos de arenitos), cujas características físicas e químicas, determinadas segundo os métodos habitualmente seguidos nos Laboratórios de Química Agrícola e de Pedologia e Conservação do Solo do Instituto Superior de Agronomia, são indicados no quadro 1.

A adubação NPK consistiu na applicação, em todos os vasos, de nitrato de amónio, fosfato monocálcico e sulfato de potássio nas quantidades correspondentes, por vaso, a 1,0 g de N, 1,0 g de P_2O_5 e 1,0 g de K_2O para o trigo e 0,25 g de N, 1,5 g de P_2O_5 e 2,0 g de K_2O para o bersim.

Foram ensaiadas três combinações químicas do cálcio — o calcário, o acetato de cálcio e o gesso — em quantidades tais que a quantidade de cálcio fosse sempre a mesma e igual à que existia no calcário necessário para corrigir a acidez até um valor de pH (KCl) de cerca de 6,5.

A correcção da acidez foi efectuada segundo o método descrito em trabalho anterior (5), tendo-se verificado que para a elevação do pH até um valor de pH (KCl) de cerca de 6,5 eram necessários

para o solo Pg, Px e Vt, respectivamente, 13,45, 23,25 e 1,89 m.e. de $\text{CO}_2\text{Ca}/100$ g de terra.

O esquema do ensaio compreendeu as seguintes modalidades, realizadas em triplicado:

Testemunha

Calcário até pH (KCl) 6,5

Acetato de cálcio

Gesso

QUADRO 1

Características físicas e químicas da camada arável

| Determinações efectuadas | Solos | | |
|---|--------|--------|----------|
| | Pg | Px | Vt |
| Peso de 1 litro de terra (g) | 960,00 | 620,00 | 1 400,00 |
| Fracção < 2 mm (%) | 84,00 | 81,00 | 88,00 |
| Areia grossa (%) | 48,10 | 21,80 | 70,70 |
| Areia fina (%) | 21,30 | 35,00 | 19,50 |
| Limo (%) | 13,60 | 19,80 | 5,00 |
| Argila (%) | 12,40 | 17,60 | 3,70 |
| Matéria orgânica (%) | 5,90 | 7,76 | 1,38 |
| pH (H_2O) | 5,70 | 5,55 | 5,85 |
| pH (KCl) | 4,50 | 4,40 | 4,85 |
| pH (Acetato de cálcio) | 6,25 | 6,05 | 6,75 |
| Carbono orgânico (C) (%) | 3,42 | 4,50 | 0,80 |
| Azoto total (N) (%) | 0,15 | 0,24 | 0,07 |
| C/N | 22,80 | 18,75 | 11,43 |
| Fósforo assimilável (P_2O_5 em mg/100 g)* .. | 0,30 | 0,50 | 1,70 |
| Potássio assimilável (K_2O em mg/100 g)* .. | 16,40 | 12,00 | 5,00 |
| Hidrogénio de troca (H^+ em m.e./100 g)** .. | 13,25 | 21,85 | 2,24 |
| Cálcio de troca (Ca^{++} em m.e./100 g)** .. | 0,62 | 6,12 | 1,60 |
| Magnésio de troca (Mg^{++} em m.e./100 g)** .. | 0,58 | 1,82 | 0,84 |
| Potássio de troca (K^+ em m.e./100 g)** | 0,14 | 0,12 | 0,14 |
| Sódio de troca (Na^+ em m.e./100 g)** | 0,27 | 0,40 | 0,16 |
| Bases de troca (S em m.e./100 g) | 1,61 | 8,46 | 2,74 |
| C. de troca catiónica (T em m.e./100 g)** .. | 14,45 | 28,30 | 4,70 |
| Grau de saturação ($V=S/T.100$) | 11,10 | 29,89 | 58,30 |

* — Método do lactato do amónio (Riehm).

** — Método de Mehlich.

3. RESULTADOS E SUA APRECIAÇÃO

Nos quadros 2 e 3 indicam-se respectivamente para o bersim e o trigo os resultados obtidos, referentes ao bersim à produção de massa vegetal seca e no trigo aos valores do peso de grão, peso de palha, relação grão/palha e peso de 1000 grãos.

QUADRO 2
BERSIM
(gramas de massa vegetal seca)

| Modalidades | Solo Pg | | | | | | Solo Px | | | | | | Solo Vt | | | | | |
|-------------------|---------|------|-------|-------|-------|-------|---------|------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | cortes | | | | | | cortes | | | | | | cortes | | | | | |
| | 1.º | 2.º | 3.º | 4.º | 5.º | Total | 1.º | 2.º | 3.º | 4.º | 5.º | Total | 1.º | 2.º | 3.º | 4.º | 5.º | Total |
| Testemunha | 3,20 | 3,85 | 2,95 | 4,80 | 9,20 | 24,00 | 0,45 | 1,25 | 1,40 | 0,50 | 0,80 | 4,40 | 3,60 | 5,00 | 1,95 | 1,80 | 2,70 | 15,05 |
| Calcário | 5,80 | 8,20 | 14,70 | 16,45 | 22,80 | 67,95 | 1,80 | 7,50 | 11,40 | 11,95 | 14,40 | 47,05 | 5,25 | 10,75 | 15,20 | 16,40 | 21,70 | 69,30 |
| Acetato de cálcio | 5,45 | 9,80 | 14,55 | 15,70 | 20,45 | 65,95 | 1,60 | 8,90 | 10,90 | 11,40 | 13,80 | 46,60 | 5,20 | 8,45 | 14,15 | 15,35 | 20,40 | 64,05 |
| Gesso | 3,70 | 3,80 | 3,70 | 4,00 | 9,60 | 24,80 | 0,55 | 1,55 | 1,55 | 0,60 | 0,75 | 5,00 | 3,20 | 3,65 | 1,90 | 1,30 | 1,35 | 11,40 |

QUADRO 3
TRIGO

| Modalidades | Solo Pg | | | | Solo Px | | | | Solo Vt | | | |
|-------------------|----------|-----------|------------|------------------------|----------|-----------|------------|------------------------|----------|-----------|------------|------------------------|
| | cortes | | | | cortes | | | | cortes | | | |
| | Grão (g) | Palha (g) | Grão/Palha | Peso de 1000 grãos (g) | Grão (g) | Palha (g) | Grão/Palha | Peso de 1000 grãos (g) | Grão (g) | Palha (g) | Grão/Palha | Peso de 1000 grãos (g) |
| Testemunha | 7,70 | 22,70 | 0,34 | 31,10 | 2,80 | 11,80 | 0,24 | 27,90 | 2,45 | 34,25 | 0,07 | 39,00 |
| Calcário | 25,70 | 48,60 | 0,53 | 41,70 | 28,45 | 47,65 | 0,60 | 39,10 | 30,75 | 54,15 | 0,57 | 42,25 |
| Acetato de cálcio | 24,15 | 42,10 | 0,57 | 39,50 | 25,30 | 41,80 | 0,61 | 40,00 | 30,65 | 55,65 | 0,55 | 41,70 |
| Gesso | 9,25 | 28,70 | 0,32 | 29,20 | 3,25 | 15,85 | 0,21 | 24,00 | 2,25 | 29,20 | 0,00 | 35,40 |

Os números apresentados mostram que a modalidade que consistiu na aplicação de cálcio sob a forma de gesso não proporcionou qualquer melhoria em relação à testemunha, verificando-se mesmo, em alguns casos, um efeito depressivo.

Pelo contrário, quando o cálcio foi aplicado na forma de calcário ou de acetato de cálcio os aumentos de produção foram extraordinariamente elevados chegando a atingir, em relação à testemunha e à modalidade em que se utilizou o gesso, valores da ordem de 10:1.

No caso do trigo a melhoria foi igualmente nítida nos valores da relação grão/palha e peso de 1.000 grãos.

Verifica-se assim que em qualquer das culturas e dos solos ensaiados não foi indiferente a combinação química sob a qual o cálcio foi aplicado. Quer dizer, o fraco desenvolvimento das culturas não podia ser atribuído a uma deficiência de cálcio.

Os valores praticamente iguais que se obtiveram nas modalidades em que se aplicou calcário ou acetato de cálcio poderiam levar a pensar que também não havia uma influência da reacção do solo na medida em que se admitiu que enquanto o calcário deveria ter corrigido a acidez, o acetato de cálcio não deveria ter efeito na reacção. A determinação dos valores do pH no fim das culturas veio no entanto demonstrar que, na realidade, o acetato de cálcio tinha actuado como correctivo alcalinizante com uma eficácia semelhante à do calcário.

De facto, os valores indicados no quadro 4 mostram que, em relação à testemunha, o pH baixou ligeiramente pela aplicação de gesso e aumentou consideravelmente e de forma semelhante, quando se aplicou calcário ou acetato de cálcio.

Há portanto uma nítida influência benéfica da correcção da acidez no valor das produções.

Esta influência parece dever atribuir-se não a um aumento das disponibilidades de cálcio para a planta mas sim a uma melhoria geral das condições de nutrição, nomeadamente no que se refere à maior assimilabilidade do fósforo (6, 7, 8) e à diminuição da solubilidade dos micronutrientes alumínio e manganés. A toxicidade provocada pela existência, nos solos ácidos, de grandes quantidades de alumínio e manganés em formas solúveis é hoje considerada, de facto, uma das principais causas do fraco rendimento das plantas cultivadas em condições de elevada acidez dos solos (9, 10, 11).

QUADRO 4
Valores do pH dos solos após a cultura

| Modalidades | Solo Pg | | | | Solo Px | | | | Solo Vt | | | |
|-------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
| | Trigo | | Trigo | | Bersim | | Bersim | | Bersim | | Trigo | |
| | pH | | | | | | | | | | | |
| | H ₂ O | KCl | H ₂ O | KCl | H ₂ O | KCl | H ₂ O | KCl | H ₂ O | KCl | H ₂ O | KCl |
| Testemunha | 5,50 | 4,70 | 5,35 | 4,70 | 5,15 | 4,55 | 5,00 | 4,50 | 4,90 | 4,20 | 4,80 | 4,20 |
| Calcário | 6,75 | 6,00 | 6,50 | 5,90 | 6,50 | 5,85 | 6,45 | 5,80 | 6,30 | 5,90 | 6,25 | 5,85 |
| Acetato de cálcio | 6,75 | 6,05 | 6,50 | 5,90 | 6,55 | 5,85 | 6,50 | 5,80 | 6,30 | 6,00 | 6,25 | 5,80 |
| Gesso | 5,45 | 4,65 | 5,30 | 4,70 | 5,00 | 4,50 | 4,90 | 4,45 | 4,80 | 4,20 | 4,70 | 4,20 |

RESUMO

Descreve-se um ensaio efectuado com o objectivo de estudar a influência do calcário, acetato de cálcio e gesso nas culturas do bersim e do trigo em três solos ácidos.

Verificou-se que enquanto o gesso não exerceu qualquer influência benéfica nas culturas, o calcário e o acetato de cálcio originaram elevados aumentos de produção, o que se atribui à correcção da acidez obtida com estas duas substâncias.

Parece, portanto, concluir-se que a deficiência de cálcio não foi responsável pelas baixas produções obtidas em condições de elevada acidez dos solos e sugere-se que as principais causas do fraco desenvolvimento vegetativo em solos ácidos devem residir, possivelmente, na deficiente nutrição fosfatada e na toxicidade dos micronutrientes alumínio e manganés.

SUMMARY

An experiment was carried out to assess the effects of limestone, calcium acetate and gypsum on berseem and wheat on three acid soils.

Gypsum had no beneficial effect on the cultures whereas limestone and calcium acetate gave high increases in production. This was attributed to the correction of acidity by the two latter substances.

Calcium deficiency does not seem to account for the low production on very acid soils. It is suggested that the main causes of deficient growth in such soils may be mainly due to the degree of availability of phosphorus and of the minor elements aluminium and manganese.

BIBLIOGRAFIA

1. ARNON, D. I. and JOHNSON, C. M. — *Influence of hydrogen-ion concentration on the growth of higher plant under controlled conditions*. Plant Physiol. **17** : 525-539. 1942.
2. ASLANDER, A. — *Standard fertilization and liming as factors in maintaining soil productivity*. Soil Sci. **74** : 181-195. 1952.
3. HALLOCK, D. L. — *Response of soybeans to gypsum, lime and fertilizers on three soils in Southeastern Virginia*. Res. Rep. N.º 89. Blacksburg, Virginia. 1964.
4. MOSCHLER, W. W., OBENSHAIN, S. S., COCKE, R. P. and KAMPER, H. M. — *The effect of varying amounts of ground limestone on the pH and base exchange properties of sassafras fine sandy*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **14** : 123-125. 1949.
5. SANTOS, J. QUELHAS — *Aspectos da correcção da acidez dos solos*. An. Inst. Sup. de Agron. **XXVII** : 11-67. 1965.
6. ALMEIDA, L. A. VALENTE e BALBINO, L. R. — *O interesse dos superfosfatos granulados em relação a alguns solos de Portugal. I. Acção sobre um solo derivado de granito* — An. Inst. Sup. de Agron. **XXII** : 249-263. 1958.
7. SPENCER, W. F. — *Effect of heavy applications of phosphate and lime on nutrient uptake, growth freeze injury and root distribution of grapefruit trees*. Soil Sci. **89** : 311-318. 1960.
8. SANTOS, J. QUELHAS — *Comparação de adubos azotados na adubação de sementeira da cultura do trigo*. Rev. Agro. **XLVI** : 1-8. 1963.
9. MULLER, E. G. and GERRETSEN, F. C. — *Soil manganese in relation to plant growth*. Advance. Agron. **IV** : 221-227. 1952.
10. JUSTE, C. — *Influence du chaulage sur la phytotoxicité de l'aluminium d'un sol défriche riche en colloides minéraux*. Ann. Agro. **15**(1) : 5-22. 1964.
11. VLAMIS, J. — *Acid soil infertility as related to soil solution and solid phase effects*. Soil Sci. **75** : 383-394. 1953.

